

PAT-NO: EP000099828A2

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 99828 A2

TITLE: Apparatus for the combustion of combustible fluids with air induction.

PUBN-DATE: February 1, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOUSSAINT, MICHEL GEORGES	N/A
MOUGEY, GERARD	N/A
CRESPIN, PIERRE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RAFFINAGE CIE FRANCAISE	FR

APPL-NO: EP83401472

APPL-DATE: July 18, 1983

PRIORITY-DATA: FR08212339A (July 15, 1982)

INT-CL (IPC): F23D013/40;F23D013/10 ;B01F005/04

EUR-CL (EPC): F23D014/08 ; F23D014/64,B01F005/04

US-CL-CURRENT: 431/354

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>1. A device for the combustion of a mixture of fluids, comprising an injector for motive fluid, at the outlet of which is disposed a burner body forming a venturi (1, 2, 3, 4), characterized in that the injector is formed by one or more injectors (6) of annular cross-section arranged coaxially to the centre axis, at the outlet of which injector or injectors is disposed a burner body forming a venturi (1, 2, 3, 4), then a flame arrester (5) of aerodynamic type with a tunnel arranged at the end of said body opposite to the injection end (1), the tunnel (11) of said flame arrester (5) having either a frustoconical profile with an angle at the apex of between 108 and 358 or an evolutive profile with an angle at the apex of 908 relative to the axis.

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 83401472.2

(51) Int. Cl.³: F 23 D 13/40

F 23 D 13/10, B 01 F 5/04

(22) Date de dépôt: 18.07.83

(30) Priorité: 15.07.82 FR 8212339

(43) Date de publication de la demande:
01.02.84 Bulletin 84/5

(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE FR GB IT NL SE

(71) Demandeur: **COMPAGNIE FRANCAISE DE RAFFINAGE**
Société anonyme dite:
5, rue Michel-Ange
F-75781 Paris Cedex 16(FR)

(72) Inventeur: Toussaint, Michel Georges
1, Impasse Liard
F-76600 Le Havre(FR)

(72) Inventeur: Mougey, Gérard
18, Quai de Seine
F-95530 La Frette S/ Seine(FR)

(72) Inventeur: Crespín, Pierre
33, rue du Docteur Heulin
F-75017 Paris(FR)

(74) Mandataire: Brot, Philippe et al,
CABINET BROT et JOLLY 83, rue d'Amsterdam
F-75008 Paris(FR)

(54) Dispositif pour la combustion de fluides combustibles avec induction d'air et procédé.

(57) Le procédé de combustion selon l'invention consiste à injecter le gaz à une extrémité d'une tête de combustion (1, 2, 3, 4) ouverte à l'atmosphère à ses deux extrémités et formant venturi, de manière à ce que ledit gaz combustible entraîne par induction de l'air atmosphérique dans ladite tête, le mélange résultant d'air et de gaz étant brûlé à l'autre extrémité de ladite tête. L'injection du gaz dans ladite tête s'effectue suivant au moins une nappe à section transversale annulaire.

L'invention s'applique notamment aux brûleurs industriels à gaz.

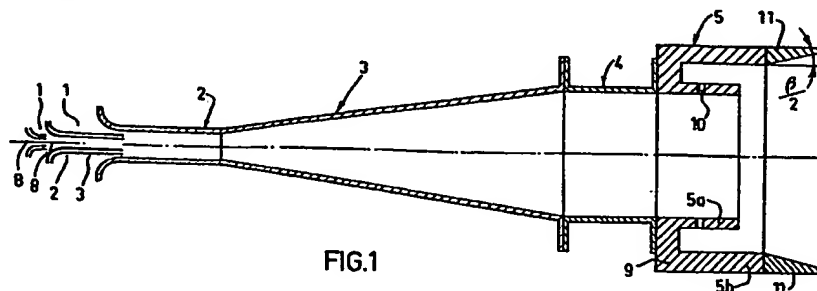


FIG.1

: Dispositif pour la combustion de fluides combustibles avec induction d'air et procédé

La présente invention concerne un dispositif de combustion de mélange de fluides, qui permet d'obtenir un fort rapport de dilution entre un fluide inducteur et un ou plusieurs fluides induits; ce dispositif convient particulièrement en
5 tant que brûleurs-torches industriels pouvant brûler des combustibles ou des gaz résiduels dans les meilleures conditions, et brûleurs pouvant travailler avec une forte surpression de refoulement (combustion en position immergée du brûleur, par exemple).

10

On connaît, dans la technique, divers types de brûleurs industriels à gaz avec induction d'air atmosphérique. Dans ces brûleurs, un jet de gaz sous forte pression est dirigé par un injecteur en direction d'une tête de brûleur, dont une
15 partie formant venturi est ouverte à ses deux extrémités, de manière que le gaz entrant à une extrémité entraîne lui-même l'air nécessaire à sa combustion, sans nécessiter d'organes de ventilation auxiliaires, et se mélange intimement à cet air dans le venturi, le mélange brûlant à l'autre extrémité
20 de la tête du brûleur.

Une étude détaillée de tels brûleurs, tant sur le plan théorique que sur le plan technique, est donnée dans la référence suivante: "Les brûleurs industriels à gaz" de Pierre HOSTALIER,
25 Edition Eyrolles.

L'invention vise à perfectionner de tels brûleurs à induction en vue de permettre notamment leur application sous de grandes dimensions comme les brûleurs-torches destinés à brûler
30 des fluides combustibles tels que du charbon ou du fuel finement pulvérisé dans de l'air ou de l'oxygène, ou des gaz résiduels dans les unités industrielles - raffineries de pétrole, usines sidérurgiques (gaz de hauts-fourneaux) - ou afin de brûler les gaz issus de la gazéification du charbon.

- 5 Dans de telles applications en brûleurs-torches industriels, le dispositif de combustion doit être apte à fonctionner de façon efficace, c'est-à-dire assurer une combustion complète des matières combustibles, avec une grande variété de gaz, allant des plus lourds (butane) aux plus légers (méthane, gaz de raffinerie à forte teneur en hydrogène) ou bien allant des gaz les plus pauvres (gaz pauvre ou moyen issus de la gazéification du charbon) jusqu'aux gaz les plus riches.
- 10 Dans l'application brûleur, le rapport entre le débit d'air induit et le débit de gaz à brûler, agissant comme gaz moteur, doit à tout moment être supérieur ou égal au rapport stoechiométrique, afin que le brûleur puisse opérer de façon entièrement autonome, sans apport d'air extérieur complémentaire,
- 15 même si le débit et la pression du gaz moteur varient brusquement dans de grandes proportions, comme cela se produit fréquemment dans l'industrie.

- 20 Le brûleur doit, par ailleurs, pouvoir travailler efficacement avec une surpression de refoulement, laquelle, naturellement, réduit l'induction d'air atmosphérique. Celle-ci reste toutefois suffisante pour assurer une combustion avec excès d'air dans de nombreux cas de fonctionnement. Le brûleur peut donc trouver application lorsque l'on veut effectuer une combustion
- 25 immergée, dans laquelle il est nécessaire de vaincre une perte de charge importante.

- Enfin, pour stabiliser la flamme, le brûleur doit être équipé d'un dispositif accroche-flamme qui soit efficace pour une
- 30 grande gamme d'excès d'air et une grande diversité de gaz combustibles et qui n'entraîne pas de pertes de charge excessives supplémentaires au nez du brûleur.

- Le dispositif selon l'invention peut également être utilisé
- 35 avec de la vapeur comme fluide moteur; les fluides induits sont alors en principe l'air atmosphérique, et le gaz à brûler. Ce dispositif peut alors fonctionner en brûleur torche particulièrement efficace dans la mesure où l'introduction de vapeur

1 : sous pression permet d'augmenter considérablement l'induction d'air, et de catalyser la réaction de combustion.

Le dispositif selon l'invention peut enfin être utilisé avec
5 de l'air ou de l'oxygène comme fluide moteur; le ou les fluides induits sont alors des fluides combustibles. Ce dispositif peut alors fonctionner de façon connue en soi comme gazéifieur.

10 Le dispositif conforme à l'invention vise à satisfaire ces divers impératifs.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de combustion selon lequel on injecte un fluide gazeux moteur à une
15 extrémité d'un corps profilé ouvert à l'atmosphère à ses deux extrémités et formant venturi, de manière que ledit fluide gazeux moteur entraîné par induction d'un ou de plusieurs fluides induits dans ledit corps, le mélange résultant étant brûlé à l'autre extrémité dudit corps, ce procédé étant
20 caractérisé en ce que l'injection dudit fluide moteur s'effectue dans ledit corps suivant au moins une nappe à section transversale annulaire.

La Demanderesse a, en effet, établi qu'une telle injection
25 de fluide gazeux sous la forme d'au moins une nappe ou d'un voile à section annulaire, a pour effet d'accroître considérablement la surface de contact avec le fluide induit, ce qui se traduit par un taux d'entraînement très élevé.

30 Avantageusement, le fluide induit sera entraîné non seulement à la périphérie de la nappe à section transversale annulaire, mais également suivant sa surface interne, au moins une entrée étant prévue dans ce but dans la partie centrale de l'anneau d'injection, ce qui doublera la surface d'échange entre
35 fluides.

Lorsque cela sera possible technologiquement, on pourra avantageusement utiliser deux, trois ou même davantage de voiles

: annulaires, de manière à ce que chacun d'eux produise son propre effet d'entraînement.

Pour ce faire, les nappes ou voiles de fluides à section
5 annulaire seront disposés de préférence suivant un même axe d'injection, les orifices d'injection des nappes à section annulaire croissante étant décalés d'amont en aval en direction du corps de combustion: chaque injecteur annulaire est dimensionné, positionné et profilé de façon à constituer un
10 corps de trompe pour la buse d'injection qui est située en amont dans l'écoulement. Ainsi, les effets successifs de chacune des trompes induisent un débit de fluide supérieur à ce qui serait obtenu avec des injecteurs annulaires placés concentriquement dans une même zone.

15 Le corps profilé du dispositif conforme à l'invention pourra comprendre, de façon connue en soi, une entrée de fluide gazeux induit, de préférence circulaire, mais qui peut être un simple tronc de cône convergent dans le sens de l'écoulement du flux gazeux, un mélangeur de forme cylindrique co-
20 axial à ladite entrée et raccordé à celle-ci, un tronc de cône divergent dans le sens d'écoulement en flux gazeux, ce divergent étant coaxial audit mélangeur et raccordé à celui-ci.

25 Conformément à l'invention, le divergent du corps dudit dispositif aura la forme d'un tronc de cône d'angle au sommet sensiblement égal à 7° par rapport à l'axe central. La Demanderesse a remarqué, en effet, que le rendement du diffuseur (rapport de l'énergie potentielle récupérée à l'énergie cinétique perdue) est maximal pour un angle au sommet de 7° par
30 rapport à l'axe central. Toutefois, lorsque cela est possible économiquement et technologiquement, le divergent peut se terminer par un profil évasé, ce qui permet de réduire l'encombrement du brûleur et d'augmenter encore le rendement. L'angle de sortie du divergent, dans ce cas, est au maximum de 20° .
35

Dans ce divergent, la pression augmente par conversion de l'énergie cinétique du fluide en décélération régulière. Il a

été constaté que l'adjonction d'une section cylindrique à la sortie du diffuseur divergent assure une augmentation supplémentaire de la pression, car l'écoulement est régularisé et ralenti de façon supplémentaire.

5

Les moyens d'injection du fluide gazeux sous pression comprendront un ou plusieurs injecteurs annulaires disposés à l'extrémité amont du corps du brûleur. Dans le cas où le dispositif comprend plusieurs injecteurs annulaires à sections différentes, ces injecteurs seront disposés suivant l'axe dudit corps et les injecteurs de section croissante seront décalés d'amont en aval suivant ledit axe.

15 Le ou les injecteurs annulaires présentent de préférence une restriction ou col en amont de leur orifice et leurs dimensions sont telles que la vitesse du fluide moteur au niveau du col soit égale à celle du son dans ce fluide. Si l'on veut obtenir des taux de dilution élevés et si l'on dispose de fluide sous forte pression, celui-ci est injecté dans le corps du dispositif avec un taux de détente largement supersonique. La section annulaire de l'injecteur aura ainsi un profil convergent-divergent et la Demanderesse a établi qu'il est souhaitable que l'angle de sortie du divergent de l'injecteur soit égal à 24° environ. Par contre, si la pression du fluide moteur disponible est trop faible, le taux de détente critique du fluide n'étant pas atteint, il est souhaitable de réduire au maximum la longueur du divergent de manière à obtenir une meilleure adaptation. La section de sortie de l'injecteur est alors égale à sa section au col.

30

Dans le même but, le rapport R entre la section au col annulaire de chaque injecteur et la section de chaque mélangeur devra être très faible ($0,0033 \leq R \leq 0,033$).

35

Dans le même but, une entrée de fluide induit additionnelle sera présente dans la partie centrale de chaque injecteur, afin de doubler les surfaces d'échange.

En vue de stabiliser la flamme à l'extrémité de la tête de combustion, celle-ci sera équipée d'un accroche-flamme. Afin de limiter les pertes de charge dues à cet accroche-flamme, celui-ci ne devra pas produire un rétrécissement de la section de passage du mélange des fluides à la sortie du diffuseur. L'accroche-flamme sera donc du type aérodynamique avec ouvreau et il comprendra dans ce but deux cylindres coaxiaux de longueur inégale réunis par une partie annulaire, le cylindre le plus court, ouvert à ses deux extrémités, étant raccordé à l'extrémité du diffuseur, de préférence par l'intermédiaire d'un élément cylindrique formant stabilisateur de la vitesse des fluides, la partie annulaire réunissant les deux cylindres étant perpendiculaire à l'axe des brûleurs. Le cylindre extérieur, plus long, favorise l'établissement d'un régime d'écoulement stable. Il est raccordé à un ouvreau conique d'angle au sommet compris entre 10 et 35°.

Dans un ouvreau conique, la vitesse d'écoulement du mélange décroît en même temps que la section augmente et le front de flamme se stabilise dans une zone où il y a égalité des vitesses d'écoulement et de propagation de flamme. Il a été remarqué que plus l'angle au sommet était ouvert, plus la souplesse du brûleur était grande.

Optionnellement, pour des applications particulières telles que les brûleurs radiants par exemple, le profil de l'ouvreau peut être évolutif avec un rayon de courbure cylindrique, de façon que l'angle au sommet final de l'ouvreau soit égal à 180°. Dans ce cas, la flamme adhère à la paroi de l'ouvreau réfractaire, par effet Coanda. Cet ouvreau, chauffé à haute température, rayonne vers la charge à chauffer.

Avec un tel accroche-flamme, l'inflammation des fluides s'effectue à l'extrémité du cylindre interne de celui-ci, tandis qu'une recirculation des fumées se produit entre les deux cylindres et porte le mélange combustible à une température supérieure à sa température d'inflammation. Deux ou plusieurs passages peuvent être avantageusement ménagés dans

le cylindre interne de l'accroche-flamme, de manière à alimenter en mélange combustible la zone de recirculation des fumées. De même, optionnellement, un ou plusieurs orifices d'admission d'air frais pourront être prévus dans le cylindre externe.

Des essais effectués par la Demanderesse et qui seront rapportés ci-après, il ressort qu'avec des fluides moteurs très différents, la quantité de fluide induit dans un tel brûleur est telle que le taux de dilution, c'est-à-dire le rapport du débit massique de fluide induit au débit massique de fluide moteur, est nettement supérieur à l'unité et peut atteindre des valeurs supérieures à 50, quelle que soit la pression d'alimentation, tout en obtenant une flamme parfaitement stable.

Selon une variante de la présente invention, les injecteurs de sections annulaires peuvent être réalisés de façon connue en soi: ils peuvent être aussi remplacés avantageusement pour des raisons de simplicité de construction par un ou plusieurs faisceaux de tubes cylindriques disposés en anneaux à la surface extérieure d'une jupe métallique ou réfractaire qui remplit la fonction du corps de trompe précédemment décrit.

Le dispositif conforme à l'invention peut être employé avantageusement dans l'industrie dans toutes les techniques utilisant des brûleurs ou gazéfieurs industriels, par exemple dans les fours de traitement thermique, dans les fours ou les torchères de raffinerie, les verreries, les fours de céramique, dans les procédés avec combustion immergée ou bien lorsque les gaz brûlés doivent vaincre une forte perte de charge, ainsi que dans les procédés de gazéification du charbon ou des résidus pétroliers.

Ses performances subsistent en outre lorsqu'il travaille avec une grande diversité de fluide, ce qui permet de l'utiliser comme torchère pour brûler des gaz résiduels dans l'industrie, et en particulier avec injection de vapeur comme fluide moteur.

L'invention sera plus complètement décrite ci-après, en référence aux dessins annexés, sur lesquels:

la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un brûleur
5 conforme à l'invention;

la figure 2 illustre schématiquement une variante de réalisation du corps du brûleur, de l'accroche-flamme et de l'ouvreau;

10 la figure 3 est une coupe partielle, à plus grande échelle, d'une buse d'injection;

la figure 4 est une vue de détail illustrant la section d'injection;

15

les figures 5 à 9 représentent, en application brûleur à gaz, pour différents gaz, des courbes indiquant les débits d'air induit en fonction du débit de gaz combustible, à diverses pressions d'injection, dans le cas d'un brûleur équipé d'un

20

unique injecteur annulaire;

la figure 10 représente deux courbes donnant les taux de dilution soit à partir d'un injecteur annulaire, soit à partir d'un injecteur à faisceau annulaire.

25

Le brûleur représenté sur la figure 1 comprend deux entrées de fluide induit 1, disposées en amont dans le sens d'écoulement du gaz et délimitées par un profil convergent, qui peut être éventuellement tronconique. Chaque profil est
30 raccordé à une portion cylindrique 2, formant mélangeur, se prolongeant par un divergent 3, en forme de tronc de cône formant diffuseur.

En variante (figure 2), le divergent du corps du brûleur peut
35 avoir un profil $3a$ s'évasant régulièrement vers l'aval à la manière d'une trompette, ce qui accroît le rendement du diffuseur. Dans ce cas, l'angle de sortie α du divergent $3a$ est au plus égal à 20° .

A l'extrémité du divergent 3 du corps du brûleur est fixée une chambre cylindrique 4, servant de stabilisateur destiné à homogénéiser la vitesse des gaz. La chambre 4 est munie, à son extrémité en aval, d'un accroche-flamme de type aéro-
5 dynamique, qui sera décrit plus en détail ci-après.

L'arrivée du fluide moteur s'effectue par une buse 6 à section annulaire.

10 Les buses 6 sont percées suivant l'axe d'un conduit 8, ouvertes à leurs deux extrémités et qui communiquent avec l'atmosphère par leur extrémité aval.

Dans une application brûleur à gaz, l'alimentation en air
15 s'effectue de façon usuelle par entraînement par le gaz combustible, qui sert d'agent moteur, mais, le gaz étant injecté sous pression et à grande vitesse sous forme d'une nappe cylindrique ou conique, en contact avec l'air aussi bien par sa partie externe que par sa partie interne, une diffusion et
20 un mélange avec l'air se produisent très rapidement, avec un minimum de perte de charge au contact des parois. L'échange d'énergie entre les deux flux gazeux, le flux moteur de gaz combustible, d'une part, et le flux d'air induit, d'autre part, d'abord dans les mélangeurs 2, puis dans les diver-
25 gents 3, conduit à un mélange extrêmement homogène à l'entrée du stabilisateur 4. En outre, du fait de la grande vitesse du gaz d'injection, l'induction d'air multiple, à la périphérie et au centre des nappes du gaz combustible, et de l'importance des surfaces de contact gaz-air, on obtient une très
30 importante dilution du gaz combustible dans tous les cas, supérieure au mélange stoechiométrique.

Une variante de cette application de type brûleur à gaz consiste à alimenter le dispositif représenté sur la figure 1
35 avec un fluide moteur constitué de vapeur sous pression à la place du gaz combustible. Les fluides induits sont alors le fluide combustible et l'air atmosphérique qui peuvent être introduits en mélange ou séparément.

- L'accroche-flamme 5 disposé à l'extrémité aval du stabilisateur 4 est du type aérodynamique et comprend deux cylindres coaxiaux 5a, 5b, réunis par une partie annulaire 9 perpendiculaire à l'axe du stabilisateur 4. Le cylindre 5a, ouvert à ses deux extrémités, est disposé dans le prolongement du stabilisateur 4. Ses parois sont percées d'orifices 10, permettant le passage du mélange combustible dans l'intervalle séparant le cylindre 5a du cylindre 5b. Ce dernier est plus long que le cylindre 5a. Il est prolongé par un ouvreau 11 tronconique divergent dans le sens de l'écoulement, avec un angle au sommet β compris entre 10 et 35°. Dans certains cas, le profil de l'ouvreau 12 peut être évolutif cylindrique avec un angle au sommet final de 90° par rapport à l'axe.
- 15 L'inflammation initiale du mélange air-gaz arrivant par le stabilisateur 4 et le réallumage continuél de la flamme sont assurés par la recirculation, dans l'espace séparant les deux cylindres, de fumées à haute température, qui portent le mélange combustible à une température supérieure à sa température d'inflammation. Du fait qu'aucun obstacle matériel n'est disposé sur le trajet du mélange gazeux, celui-ci ne subit pas de pertes de charge notables.

Une forme de réalisation préférée de buse d'injection annulaire apparaît sur la figure 3. La paroi de chaque injecteur la plus proche de l'axe X'X, est sensiblement cylindrique et se termine par un divergent d'angle α_1 sensiblement égal à 7°. L'autre paroi présente une protubérance définissant avec la paroi adjacente un col 7 séparant un convergent d'un divergent d'angle α_2 compris entre 0 et 24° (0° dans le cas où la pression du gaz est faible, et l'écoulement est subsonique, et 24° dans le cas d'un écoulement sonique au col et largement supersonique dans le divergent).

- 35 Si l'on appelle s_c la section annulaire au niveau du col de chaque injecteur, s_i la section de l'injecteur à l'extrémité du convergent d'angle α_2 et s_m la section du mélangeur 2a, situé immédiatement en aval dudit injecteur, la Demanderesse a

établi que, pour obtenir un rendement optimum du brûleur, ces paramètres doivent répondre aux conditions suivantes:

$$1 \leq \frac{s_i}{s_c} \leq 2$$

5

$$\text{et } 30 \leq \frac{S_m}{s_c} \leq 300 \quad \frac{S_m}{s_c} = \frac{1}{R}$$

Les valeurs à adopter varient en fonction du gaz considéré, de sa température et de sa pression, et il est donc souhaitable de pouvoir remplacer facilement un ou plusieurs injecteurs d'un même brûleur.

10

La figure 4 représente une vue de détail de l'ensemble de la section d'injection des fluides comprenant ici trois injecteurs.

15

L'exemple 1 suivant illustre l'effet de dilution qui peut être obtenu sur des brûleurs à gaz munis d'injecteurs précédemment décrits.

20

E X E M P L E 1

On a utilisé un brûleur à un seul injecteur annulaire, présentant les caractéristiques dimensionnelles suivantes:

25

- longueur de mélangeur 2a = 66 mm ;
- diamètre du mélangeur 2a = 30 mm ;
- angle au sommet du cône divergent du diffuseur: 7° ;
- diamètre de sortie du divergent: 70 mm ;
- 30 - diamètre du stabilisateur 4: 70 mm ;
- longueur du stabilisateur 4: 145 mm ;
- diamètre interne du cylindre 5a de l'accroche-flamme: 70 mm ;
- longueur du cylindre 5a de l'accroche-flamme: 50 mm ;
- diamètre interne du cylindre 5b de l'accroche-flamme: 120 mm ;
- 35 - longueur du cylindre 5b de l'accroche-flamme: 60 mm ;
- angle de révolution du cône de l'ouvrage 11: $\beta = 30^\circ$;
- longueur de l'ouvrage divergent 11: 50 mm ;

- diamètre de sortie du brûleur: 145 mm.;
- largeur des fentes annulaires des injecteurs successivement utilisés: 0,1; 0,2; et 0,4 mm.

5 Avec ce brûleur, une série systématique d'essais a été effectuée avec du méthane, de l'éthane, du propane et du butane, à différentes pressions d'alimentation, en utilisant les divers injecteurs annulaires.

10 Les mesures ont porté à chaque fois sur le débit Q' de gaz combustible servant de gaz moteur, le débit Q'' d'air induit et la stabilité de la flamme.

Les résultats obtenus dans cinq de ces essais apparaissent
15 sur les figures 5, 6, 7, 8 et 9 des dessins annexés.

La figure 5 concerne l'injection de méthane avec un injecteur annulaire ayant une largeur de fente de 0,1 mm. Le taux de dilution Q''/Q' est très élevé et nettement supérieur au rapport stoechiométrique. Il est cependant nécessaire d'opérer
20 sous une pression d'injection d'au moins 3 bars relatifs, car, à plus faible pression, la quantité d'air induit est trop élevée, ce qui se traduit par des conditions de mélange, entre le méthane et l'air, telles que l'on est en dehors des
25 conditions limites d'inflammabilité. Il faut, dans ce dernier cas, réduire artificiellement le débit d'air induit au moyen d'une fenêtre d'admission réglable.

La figure 6 rapporte des essais effectués avec l'éthane et
30 un injecteur annulaire à largeur de fente égale à 0,1 mm. Le taux de dilution $\frac{Q''}{Q'}$ est égal ou supérieur au rapport stoechiométrique et l'on constate une excellente adaptation de ce rapport à la pression d'injection. La flamme est parfaitement stable dans tout le domaine de pression.

35

La figure 7 concerne des essais au propane avec une fente annulaire d'injection de 0,1 mm. de largeur. Dans ce cas, également, le rapport de dilution $\frac{Q''}{Q'}$ est généralement supérieur

au rapport stoechiométrique, bien qu'il ait tendance à baisser aux fortes pressions.

La figure 8 concerne des essais similaires effectués avec le butane et un injecteur annulaire de largeur de fente égale à 0,1 mm. Ces essais montrent que le rapport de dilution $\frac{Q''}{Q'}$ est très voisin du rapport stoechiométrique.

La figure 9 concerne d'autres essais effectués avec du méthane et un injecteur annulaire de largeur de fente égale à 0,2 mm. Cette figure est à rapprocher par conséquent de la figure 5, qui concerne des essais similaires effectués avec une fente d'injection de largeur égale à 0,1 mm. Dans ce cas, également, le rapport $\frac{Q''}{Q'}$ s'adapte bien aux variations de pression et reste voisin du rapport stoechiométrique. La flamme est parfaitement stable dans tout le domaine des pressions d'alimentation.

Des essais avantageux conduits avec des injecteurs annulaires de plus grande section ont confirmé ces excellentes performances du brûleur selon l'invention.

De façon surprenante, ces performances se maintiennent même lorsque le brûleur a des dimensions très importantes, pouvant atteindre des diamètres supérieurs à 200 mm. à la sortie du brûleur (diamètre de sortie du divergent). Il peut donc être utilisé avec avantage comme brûleur-torche pour brûler des gaz résiduels dont la composition, le débit et la pression sont sujets à de fréquentes variations.

L'exemple 2 suivant illustre l'intérêt du dispositif selon la présente invention lorsque l'on utilise un fluide moteur constitué par de la vapeur sous pression.

E X E M P L E 2

On a utilisé le même dispositif que celui décrit dans l'exemple 1. La courbe A de la figure 10 concerne l'injection de

vapeur en tant que fluide moteur avec un injecteur annulaire ayant une largeur de fente de 0,1 mm.

Le gaz combustible est induit dans l'axe du dispositif, et
5 l'air induit arrive à la périphérie de l'injecteur annulaire.

Cette courbe A montre que le taux de dilution obtenu $\frac{Q''}{Q'}$ est très élevé et peut atteindre couramment des valeurs de 30 à 50.

10

E X E M P L E 3

A titre de variante, l'injection annulaire de l'exemple 2 a été remplacée par un faisceau de 8 tubes de 2 mm de diamètre au col disposés en anneau sur une jupe métallique de diamètre
15 équivalent à celui de l'exemple 2.

La courbe B de la figure 10 concerne les résultats obtenus avec ce type d'injecteur par faisceaux annulaires de tubes. Ces résultats montrent l'équivalence des résultats avec ceux
20 de l'exemple précédent.

Revendications

1. Dispositif pour la combustion de mélange de fluides, caractérisé en ce qu'il comprend un ou plusieurs injecteurs (6) de fluide moteur à section transversale annulaire disposé autour de l'axe central, à la sortie duquel est placé un corps de brûleur formant venturi (1, 2, 3, 4), puis un accroche-flamme (5) de type aérodynamique à ouvreau disposé à l'extrémité dudit corps opposée à l'extrémité (1) de l'injection.
2. Dispositif selon la revendication 1, comprenant une pluralité d'injecteurs annulaires (6) de sections différentes, caractérisé en ce que chaque injecteur est dimensionné de façon à constituer lui-même un corps de trompe pour la buse d'injection située en amont dans l'écoulement des fluides.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le ou lesdits injecteurs (6) présentent une restriction définissant un col (7) d'un convergent-divergent, en amont de leur orifice d'injection.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le divergent suivant ledit col (7) a un angle au sommet (α_2) compris entre 0 et 24°.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la paroi de chaque injecteur (6) la plus proche de son axe X'-X comporte une partie parallèle à cet axe se terminant par un divergent d'angle (α_1) sensiblement égal à 7°.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la section annulaire s_c au niveau du col de chaque injecteur, la section annulaire s_i au niveau de l'orifice de chaque injecteur et la section S_m du mélangeur situé immédiatement en aval dudit injecteur répondent aux conditions suivantes:

0099828

$$1 < \frac{S_i}{S_c} < 2$$

$$30 < \frac{S_m}{S_c} < 300$$

$$\frac{S_m}{S_c} = \frac{1}{R}$$

7. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 6, caracté-
risé en ce que chaque injecteur à section annulaire peut être
5 constitué par un faisceau de tubes cylindriques disposés en
anneau à la surface extérieure d'une jupe métallique ou réfrac-
taire qui remplit la fonction de corps de trompe.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caracté-
10 risé en ce qu'une entrée d'air additionnelle (8) est ménagée
suivant l'axe du ou desdits moyens d'injection (6).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caracté-
risé en ce que ledit corps du brûleur comprend d'amont en
15 aval une entrée d'air (1), de préférence convergente dans le
sens d'écoulement du gaz, un mélangeur de forme cylindrique
(2), coaxial à ladite entrée d'air (1) et raccordé à celle-ci,
et un divergent formant diffuseur de gaz (3), coaxial audit
mélangeur et raccordé à celui-ci.

20 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que
ledit corps du brûleur a un profil continu, évasé vers l'aval
en forme de trompette, l'angle (α) d'extrémité du divergent
(3a) étant au plus égal à 20°.

25 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caracté-
risé en ce que l'ouvrage (11) dudit accroche-flamme (5) a un
profil tronconique d'angle au sommet compris entre 10° et 35°
ou, éventuellement, un profil évolutif d'angle au sommet égal
30 à 90° par rapport à l'axe.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce
que ledit accroche-flamme (5) comporte deux parties cylin-
driques coaxiales (5a, 5b) de longueur inégale, réunies par
35 une partie annulaire, le cylindre le plus court (5a), ouvert

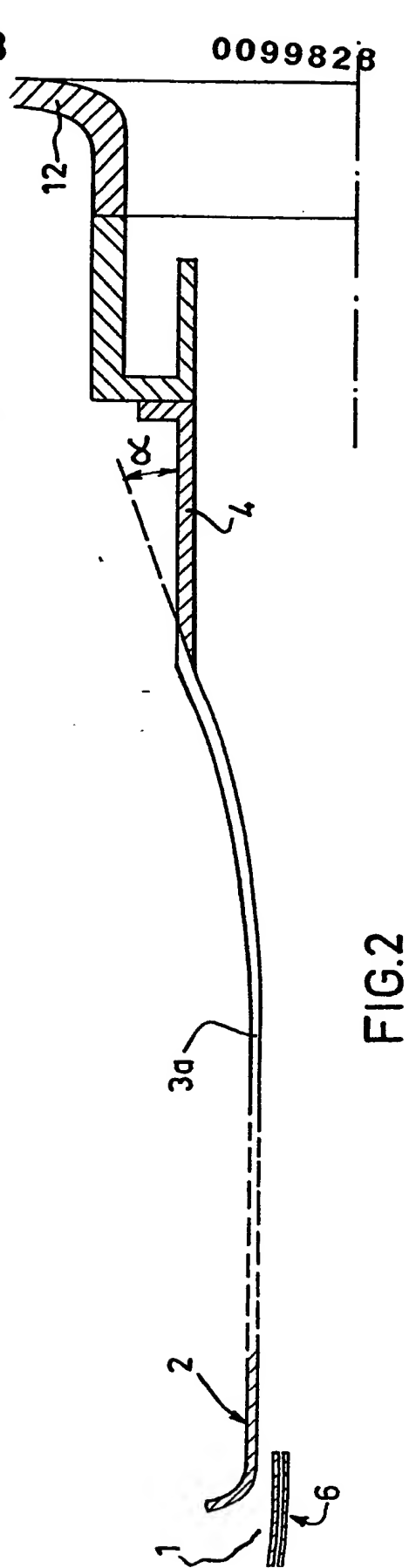
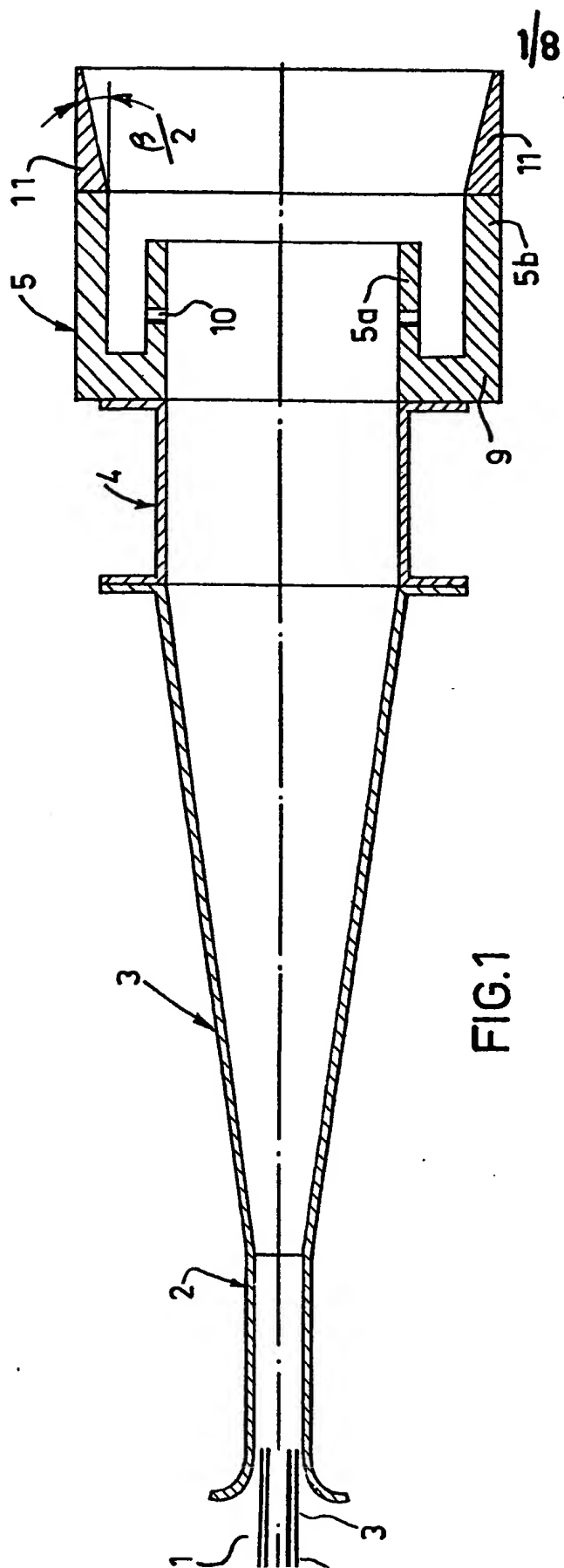
à ses deux extrémités, étant raccordé à l'extrémité aval du diffuseur (3), de préférence par l'intermédiaire d'un élément cylindrique (4) formant stabilisateur de la vitesse des gaz, la partie annulaire (9), réunissant les deux cylindres (5a, 5b), étant perpendiculaire à l'axe du diffuseur (3) à la périphérie de l'extrémité de celle-ci ou du stabilisateur cylindrique qui la prolonge.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite partie cylindrique (5a) de l'accroche-flamme (5) est percée d'ouvertures (10) pour le passage du mélange gazeux combustible et en ce que ladite partie cylindrique (5b) est éventuellement percée d'ouvertures pour le passage d'air lorsque le brûleur fonctionne sans surpression de refoulement.

14. Utilisation du dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, selon laquelle le fluide combustible est un gaz contenant du charbon ou du fuel finement pulvérisé, ou un gaz résiduel d'unité industrielle, ou un gaz issu de la gazéification du charbon.

15. Utilisation du dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, selon laquelle le fluide moteur injecté est constitué par de la vapeur sous pression, et le ou les fluides induits sont constitués de fluide combustible et d'air ou d'oxygène qui peuvent être introduits en mélange ou séparément.

16. Utilisation du dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, selon laquelle le dispositif fonctionne en gazéifieur par introduction d'air ou d'oxygène comme fluide moteur, et de fluide combustible comme fluide induit.



0099828

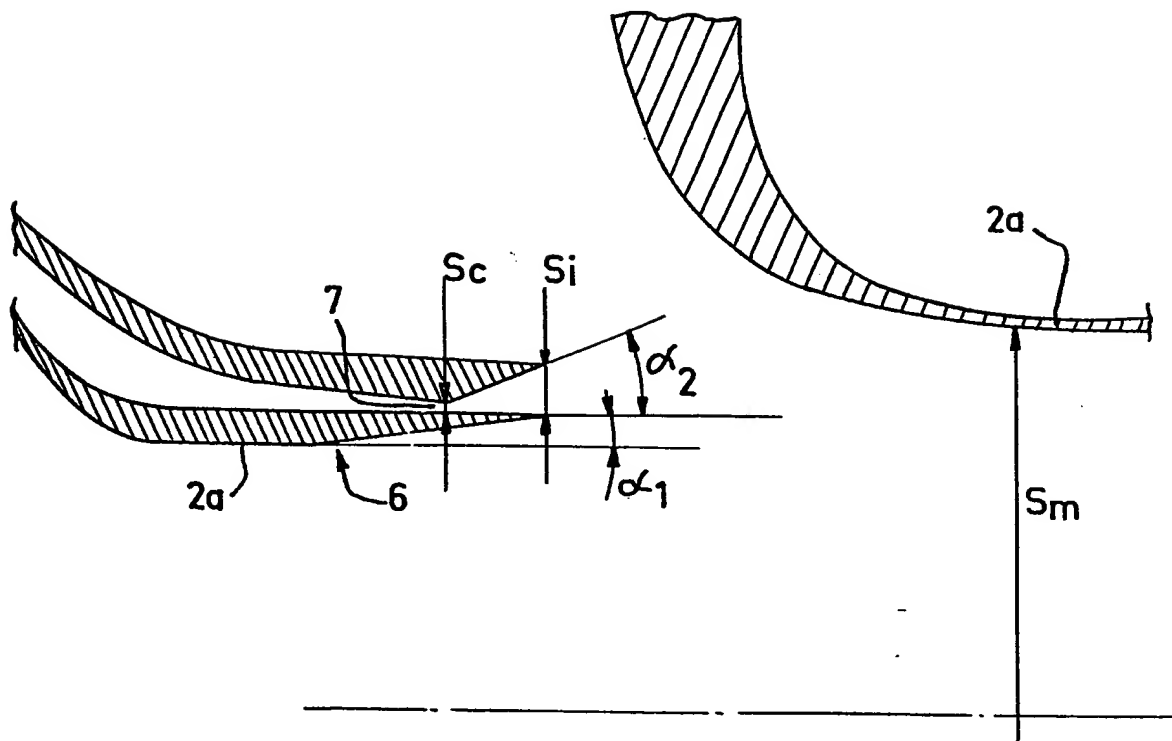


FIG. 3

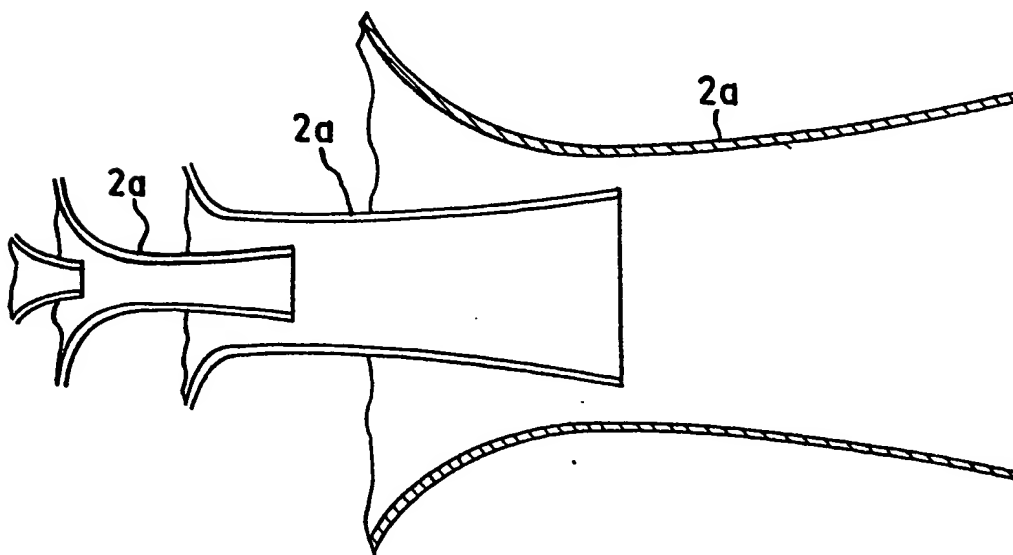


FIG. 4

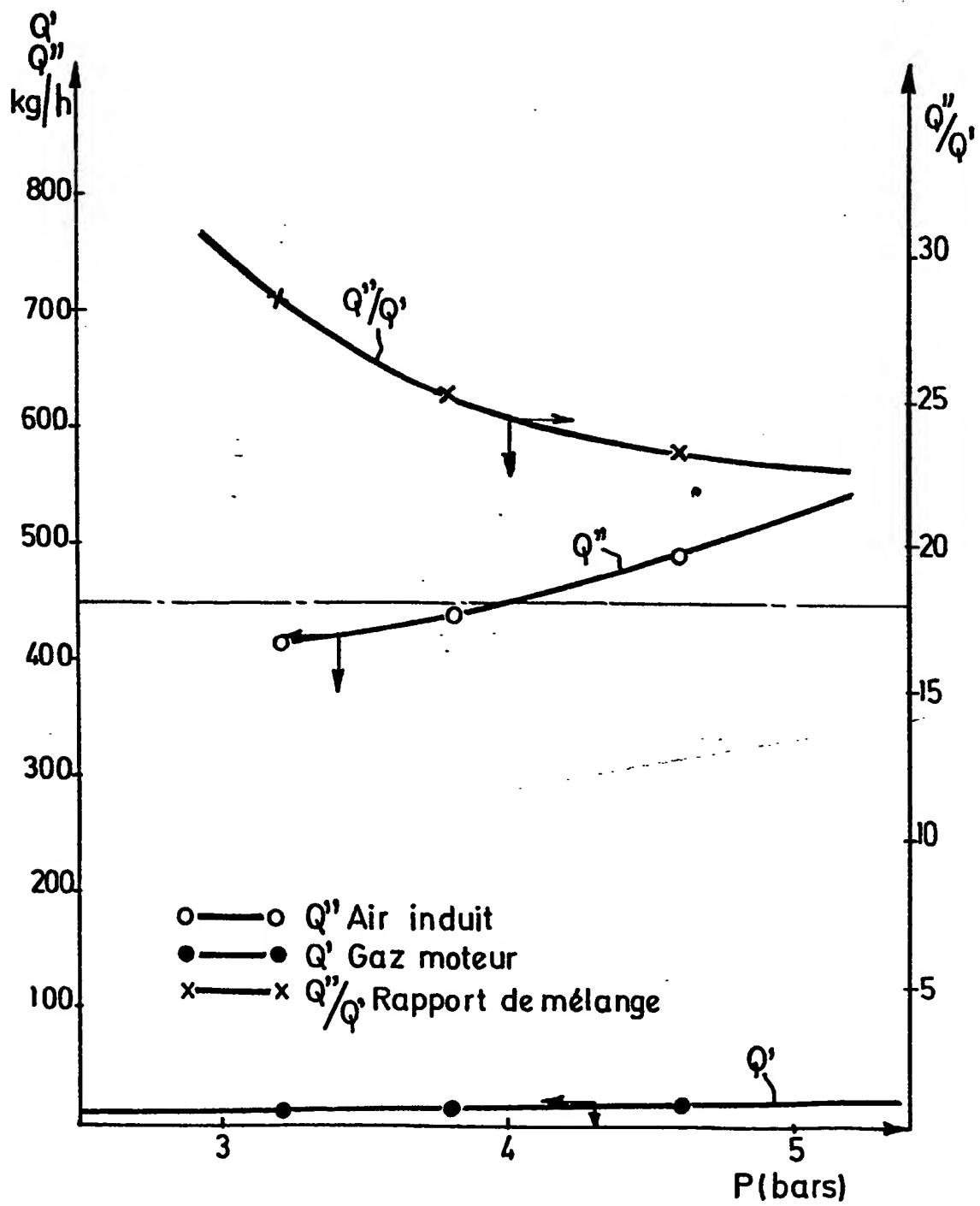
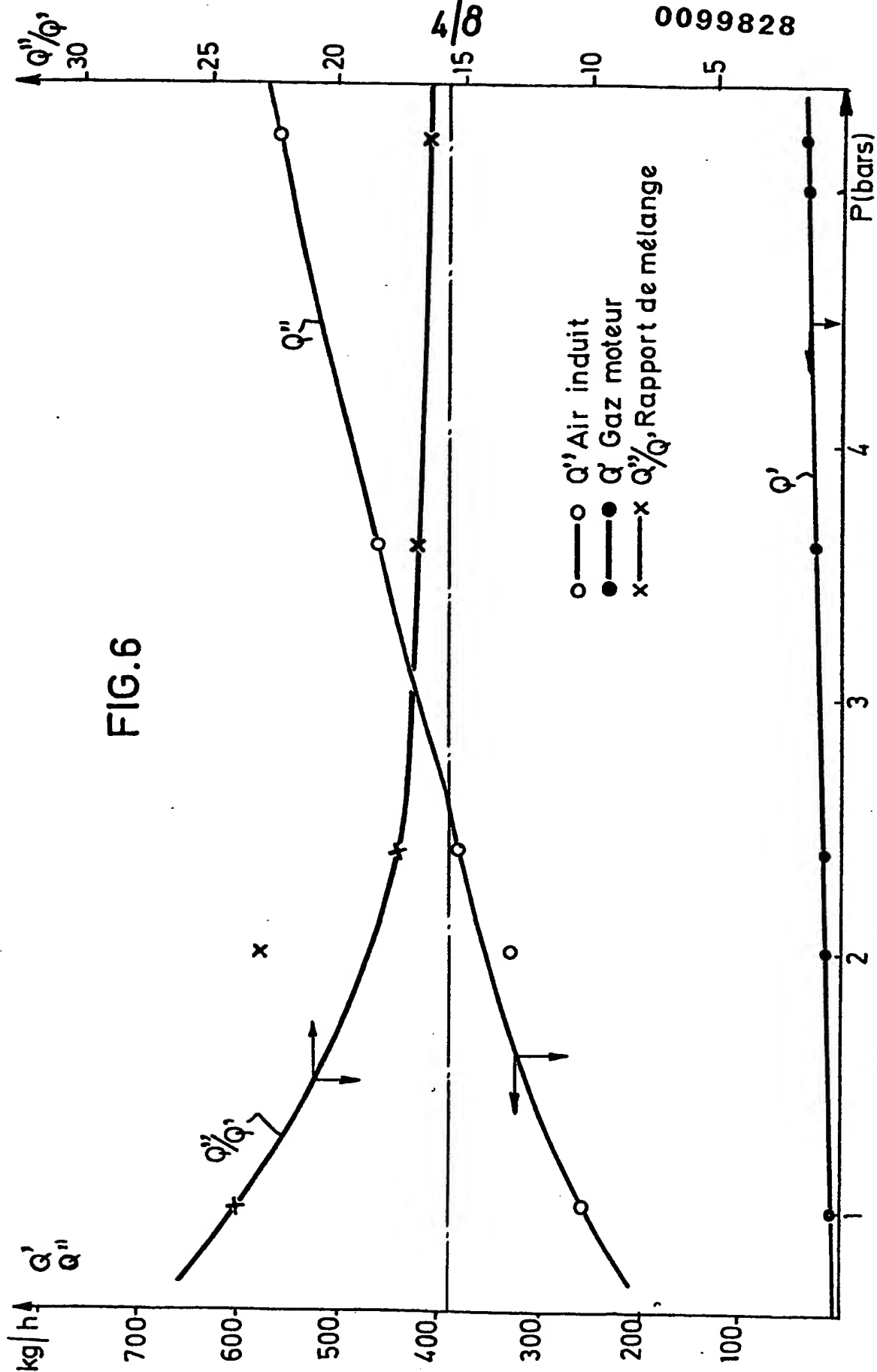


FIG.5



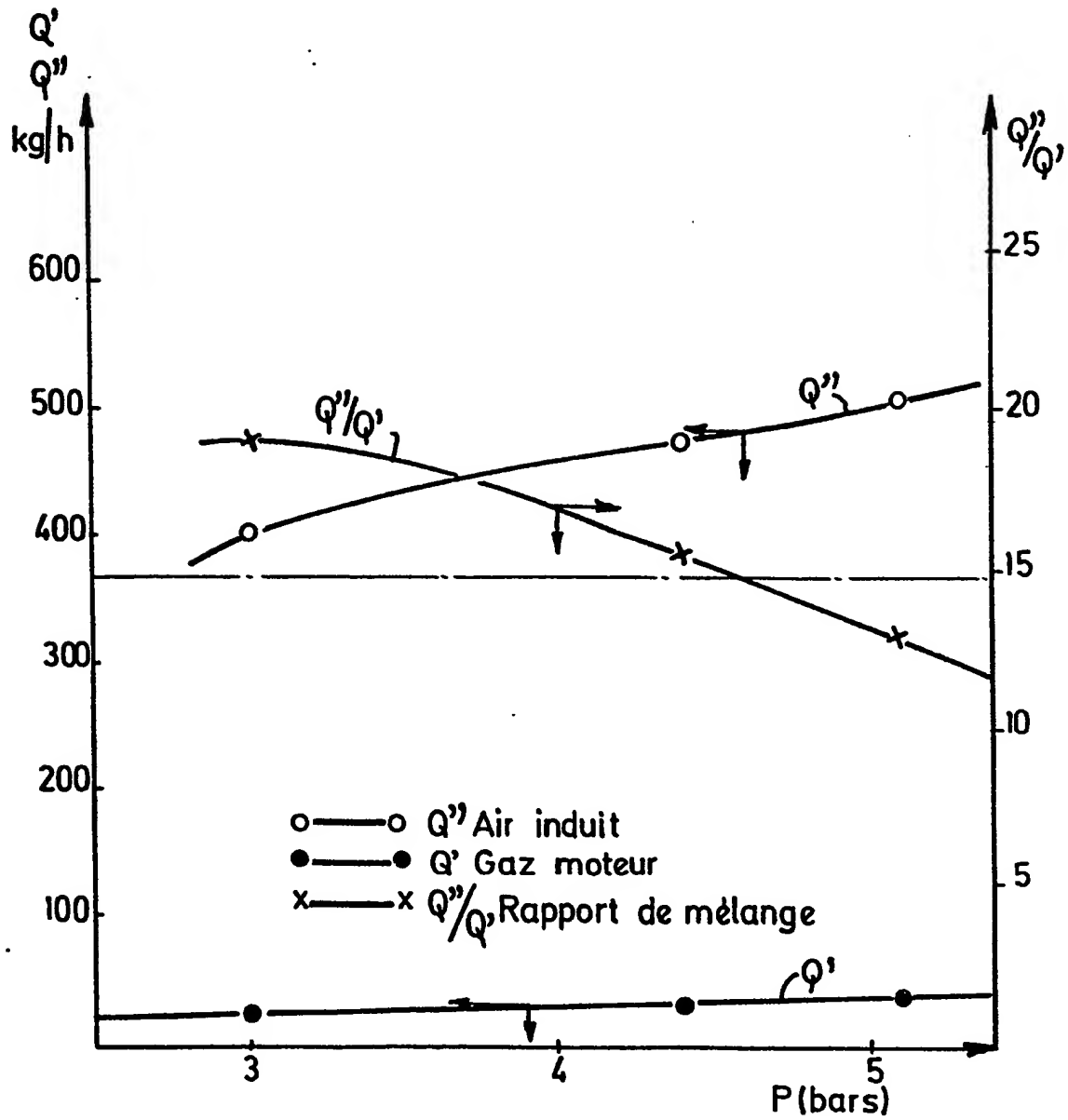


FIG.7

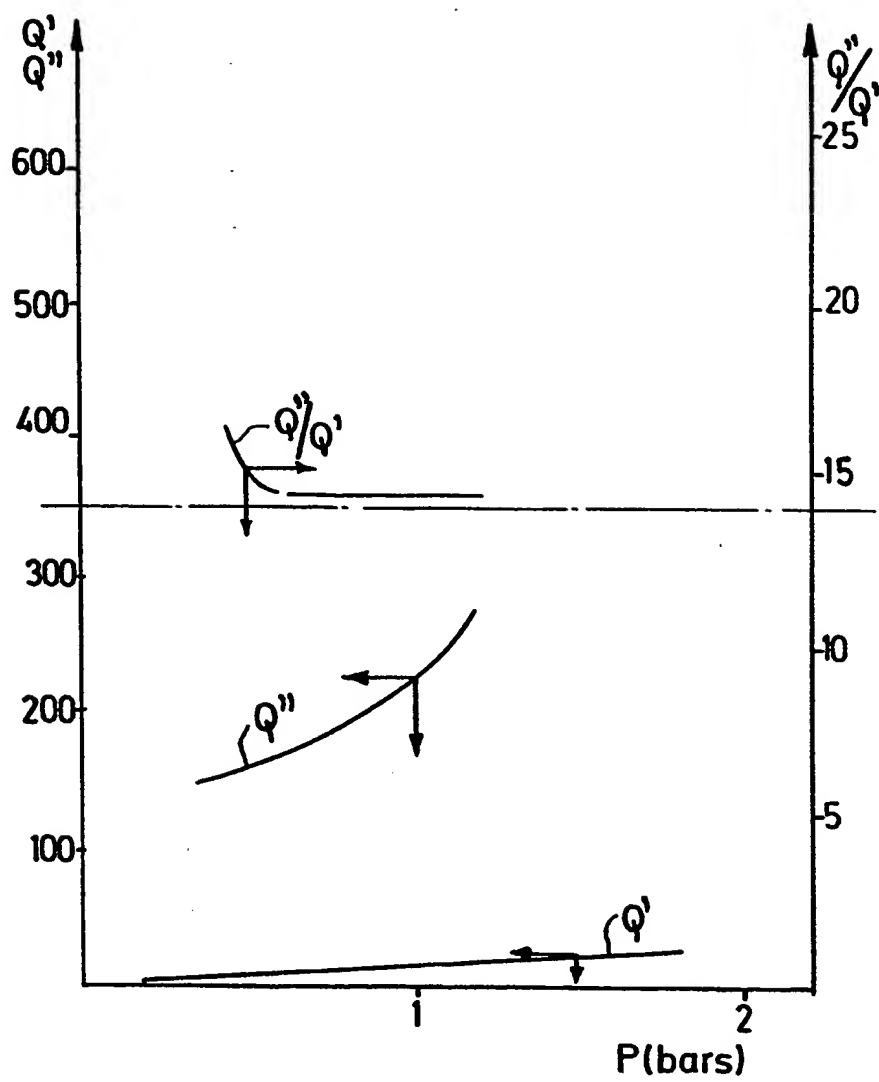
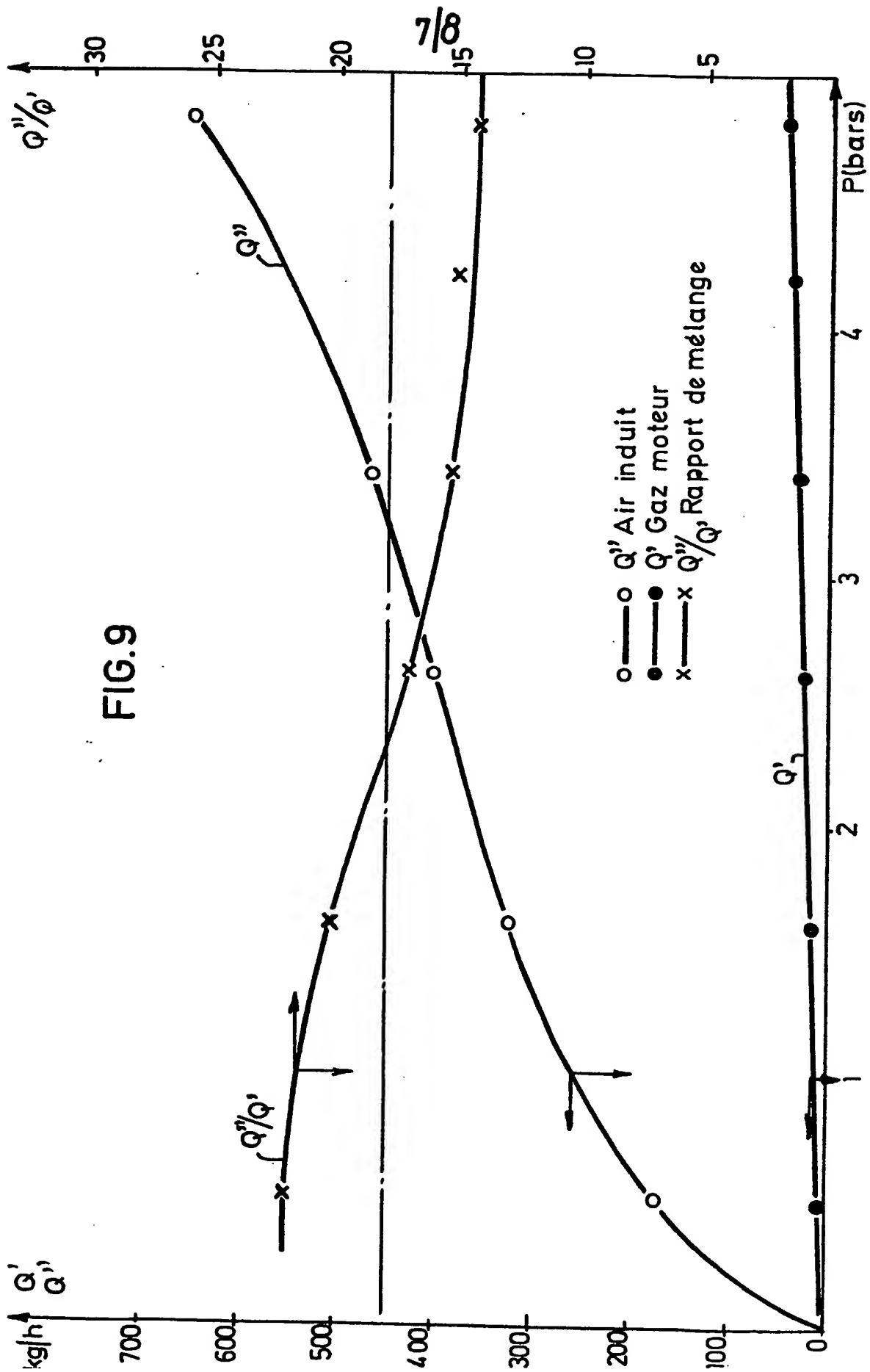


FIG.8



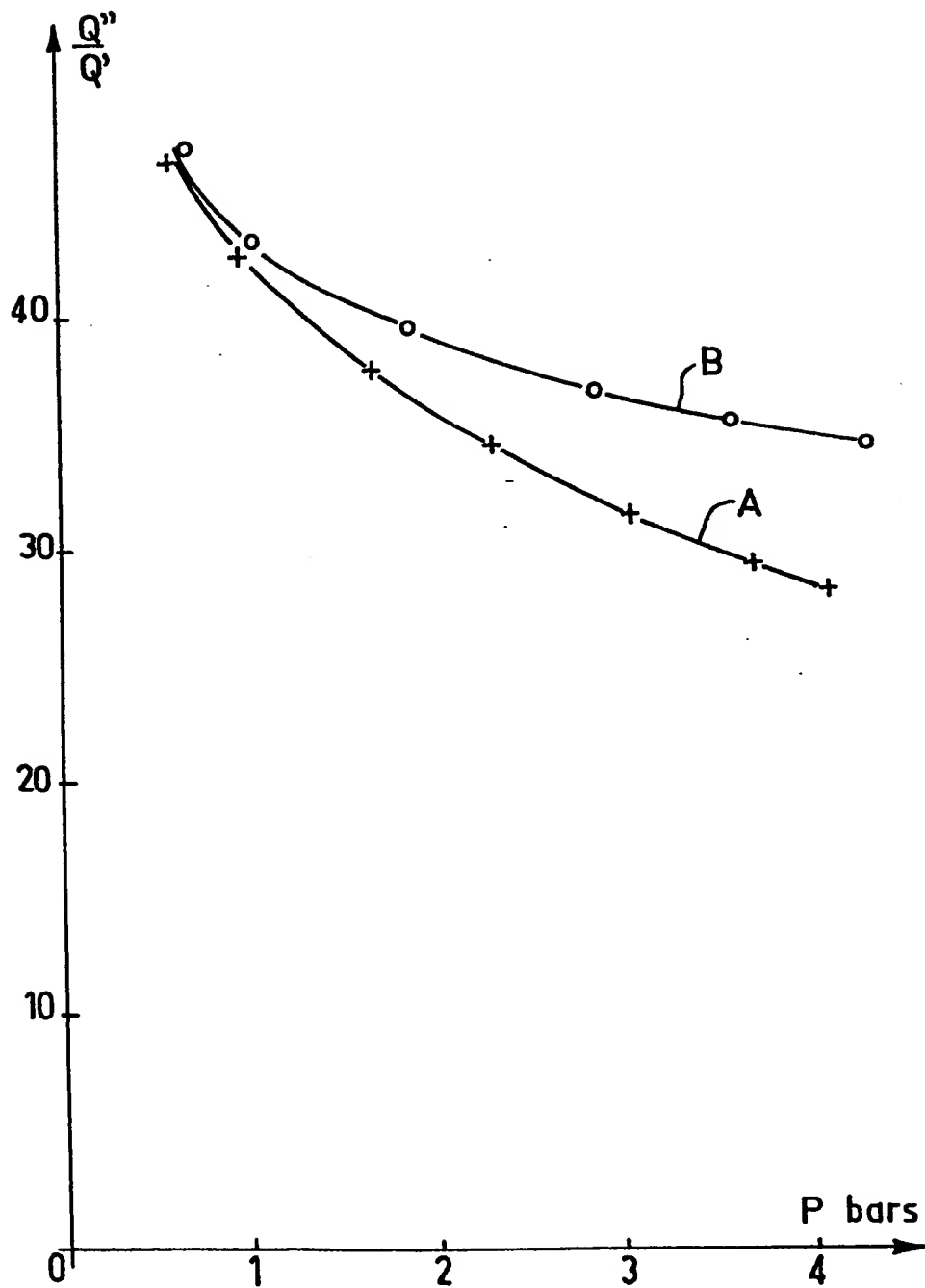


FIG.10